Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Göttingen.
(Leiter: Prof. Dr. Rebel).

Die röntgenologische Untersuchung des Unterkiefers.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Karl Abraham
aus Großentaft (Hünfeld-Land).

Göttingen 1931.

Druck der Göttinger Handelsdruckerei.

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Göttingen.

Referent: Prof. Dr. Rebel.
Dekan: Prof. Dr. Gruber.

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Juli 1931.

Die Bedeutung der Röntgenstrahlen für die Zahnheilkunde liegt nach wie vor — man kann sagen — nahezu ausschließlich auf diagnostischem Gebiet. Die Röntgenphotographie der Kiefer und Zähne ist geradezu unentbehrlich geworden. Die Technik an und für sich ist durch die modernen, hoch entwickelten Apparate außerordentlich vereinfacht, sodaß sich ein näheres Eingehen darauf erübrigt. Die einzige Schwierigkeit liegt in der Beurteilung der Röntgenbilder, der Bildanalyse.

Die Schwierigkeit ist durch die anatomisch-topographischen Verhältnisse der Zähne und deren Knochenbett bedingt.

Die notwendige Voraussetzung zur guten Analyse pathologischer Zustände im Röntgenbild ist die hinreichende Kenntnis der normal-anatomischen Zustände. Dies gilt ganz besonders für topographisch schwierige Gegenden des Knochengerüstes, wo es mehrfach zu Überdeckungen kommen muß. Für das Gebiß liegen die Dinge in dieser Hinsicht folgendermaßen:

Die röntgenologische Darstellung der Zähne und Kiefer liefert sehr detailreiche und komplizierte Bilder. Die Zahl und morphologische Mannigfaltigkeit der Zähne und der damit korrespondierende Aufbau des Kieferfortsatzes verleiht den Bildern einen großen Reichtum an Formelementen. Die verschieden dichten Hartsubstanzen, die aus der Zusammensetzung der Kiefer, besonders der Zähne, resultieren, rufen einen Reichtum von natürlichen Schattenstufen auf den Röntgenbildern hervor. Bei der röntgenologischen Untersuchung des Unterkiefers muß man diesen Dingen besondere Aufmerksamkeit schenken, um nicht ein Fehlurteil zu fällen.

In der vorliegenden Arbeit soll lediglich auf die Röntgenanatomie des Unterkiefers eingegangen werden.

Das Material, das zur Untersuchung diente, ist der Sammlung des Zahnärztlichen Institutes der Universität Göttingen entnommen. Es handelt sich um exartikulierte Unterkiefer mit und ohne Weichteile. Die Aufnahmen wurden mit dem Siemens-Reiniger-Veifa-Röntgenapparat (Dental-Heliodor auf Schleußner Doneo-Röntgenfilm) ausgeführt. Die entsprechenden Aufnahmen der verschiedenen Serien wurden jedesmal unter denselben Bedingungen gemacht und zwar derart, daß Antikathoden-Objekt-Abstand (von der bukkalen Corticalis aus gemessen) Belichtungszeit, Temperatur des Entwicklerbades und Entwicklungsdauer stets dieselben waren.

Der Antikathoden-Objektabstand der Zahnaufnahme betrug 21,5 cm, der der Übersichtsaufnahme 32 cm. Die Belichtungszeit war entsprechend 1 Sekunde bzw. 3 Sekunden. Entwickelt wurde bei einer Temperatur des Entwicklerbades von 18^0 mit der Dauer von 2 Minuten bzw. 1 $^3/_4$ Minuten. Um bessere Vergleichsmöglichkeiten zu haben, wurden an einem Kiefer mit Weichteilen nach der ersten Aufnahmeserie die Weichteile entfernt und wieder durchleuchtet. Dann wurde zunächst die äußere und schließlich auch die innere Kompakta abgeschliffen und die Aufnahmen jedesmal wiederholt. Außer der Übersichtsaufnahme wurden von jedem Unterkiefer angefertigt je eine Aufnahme des ersten, zweiten und dritten Molaren, der Praemolaren und zum Teil der Frontzähne. Bei dem Betrachten der Röntgenbilder leistete das zahnärztliche Röntgenfilmbetrachtungskästchen nach Dr. A. Wertheimer wertvolle Dienste.

Allgemein kann man sagen, daß durch das Miteinzeichnen der Weichteile eine Trübung vor allem der Spongiosastruktur hervorgerufen wird. Noch besser kommt die innere Architektonik des Unterkiefers zur Geltung, wenn außer den Weichteilen auch die bukkalen und lingualen Compactamaßen entfernt worden sind.

Processus alveolaris.

Der Processus alveolaris erhebt sich mit den Zähnen aus dem Corpus mandibulae. Nach Verlust der Zähne schwindet er wieder, d. h. er ist den Zähnen zugehörig. In dem Processus alveolaris hat jeder Zahn bzw. jede Wurzel ihr eigenes Fach, die Alveole, die einen um die Dicke der Wurzelhaut vergrößerten Abguß der Wurzel darstellt. Im Röntgenbild (s. Abb. 1 und 2) sieht man daher rings um die Wurzeln herum einen Spalt, den Periodontspalt mit der engsten Stelle an der Wurzelmitte. Ausgekleidet wird die Alveole von der Alveolen-Innen-Compacta, auch Compacta cribrosa genannt. Im Röntgenbild zeichnet sich die Compacta cribrosa meist als feiner ununterbrochener Strich. Manchmal ist jedoch die scharfe Kontur der Innencompacta durch die Mündung zahlreicher Knochenkanälchen bzw. infolge einer vielfachen Übereinanderzeichnung der Knochenbälkchen verwischt. (s. Abb. 3). Die Spongiosa des Processus alveolaris läßt eine ziemlich engmaschige Struktur erkennen, die nur selten größere Lakunen von länglichem Typus bildet. Die Stärke der Spingiosabälkchen ist bedeutend größer als in der gesamten üprigen Spongiosa des Unterkiefers. Der Verlauf der Bälkchen ist nahe-

zu horizontal-parallel, als Fortsetzung des Trajectorium dentale, das vom Capitulum mandibulae durch den Ramus in den Alveolarteil des Körpers übergeht. Abb. 2 und 3 zeigen Ausschnitte aus dem Molarengebiet verschiedener Kiefer. Im Processus alveolaris sind Peridontalspalt und Compacta cribrosa gut zu erkennen, wenn auch letztere ab und zu durch Überlagerungen der Spongiosabälkchens unterbrochen bzw. verwischt erscheint. In der Abb. 3 hat die Spongiosastruktur des Processus alveolaris ausgesprochen engmaschigen Charakter. Die kräftigen Bälkchen bilden ein dichtes Flechtwerk, in dem die Horizontal-parallele



Abb. 1

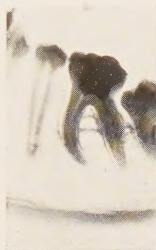


Abb. 2

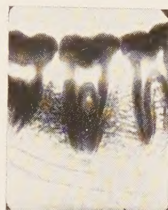


Abb. 3

Anordnung oft nur undeutlich ausgeprägt ist. In der Abb. 2 sieht man Lakunenbildung der Spongiosa des Processus alveolaris. Im interradikulären Septum des ersten Molaren sind die Lakunen derart groß, daß eine Lakune die ganze Breite des Septums einnimmt. Daß es sich um normale Spongiosazeichnung handelt, geht aus der Struktur der Spongiosa hervor.

Corpus mandibulae.

Die Compacta des Corpus mandibulae zeigt an der Basis des Kieferkörpers eine beträchtliche Dicke. Die bukkale Compactawand ist etwas massiger als die linguale. Von den Knochenprominenzen bedingen die Spina mentalis und die Linea obliqua externa eine dichtere Zeichnung im Röntgenbild. Die Linea mylohyoidea kommt nicht so zur Geltung. Über den breiten Compactarand der Protuberantia mentalis in der Frontalgegend zeichnen sich oft, wenn auch nicht scharf begrenzt, kleine Rarefikationen in subapikaler oder in interapikalar Höhe ein. Sie

sind durch die geringe Dicke des Unterkiefers in den Foveae sublinguales bedingt. Unterbrochen wird die Compacta des Kieferkörpers durch das Foramen mentale und hin und wieder durch das Foramen mentale mediale. Die Spongiosa des Kieferkörpers bildet namentlich im Seitenteil ein großmaschiges horizontales Balkennetz, worin sich große Lakunen von rundlichem Typus erkennen lassen. Einzelne Knochenbälkchen sieht man aufwärts gegen die Wurzel der Zähne zu ziehen, sog. Druckbälkchen. Im Mittelgebiet, frontalwärts des Corpus mandibulae läßt die Spongiosa eine mehr wabenförmige Struktur erkennen. Vom Foramen mandibulare ab wird der Unterkiefer von einem Kanal durchzogen, dem Canalis mandibularis. Im Ramus asvendenz liegt er noch der lingualen Corticalis an, tritt aber im Corpus mehr in die Mitte der spongiösen Partie bzw. näher an die bukkale Corticalis, und durch das Foramen mentale an die Außenfläche. Der letzte steile Anstieg zum Foramen mentale erscheint wie ein Abzweig von dem eigentlichen Mandibularkanal und wird als Canalis mentalis bezeichnet. In der ursprünglichen Richtung des Canalis mandibularis setzt sich bis zur Mittellinie ein feiner Kanal fort, Canalis incisivus mandibulae. Im Röntgenbild ist der Canalis mandibularis von der trichterförmigen Rarefikation des Foramen mandibulare aus, begrenzt durch zwei feine Compactastriche, zu sehen. In der großmaschigen Spongiosa des Kieferkörpers verliert sich jedoch die obere Grenze sehr häufig, sodaß man die an und für sich untere Wand des Kanals für die obere, und die obere Grenze der basalen Compacta für die untere halten kann. Das Foramen mentale ist als länglich runde Rarefikation unterhalb der Praemolaren zu sehen. Wenn am zahnlosen Greisenkiefer der Processus alveolaris verloren gegangen ist, liegt das Foramen mentale unmittelbar an der Oberfläche und kann dann als unscharf begrenzte Rarefikation zur Fehldiagnose eines ostitischen Herdes führen. Das seltene Foramen mentale mediale erscheint unterhalb der mittleren Schneidezähne als stecknadelkopfgroße Rarefikation und kann so auf eine dentale Fistel schließen lassen.

Vom Kieferwinkel aus mesialwärts bis in die Gegend des ersten Molaren ist die Linea obliqua deutlich zu erkennen, dann verstreicht sie allmählich. Die großmaschige, wabenartige Spongiosa des Corpus mandibulae zeigt Abb. 5. Sie ist oft derart ausgeprägt, daß man glaubt, es liegt ein pathologischer Prozeß vor, zumal die benachbarte starke Basalcompacta durch die Kontrastwirkung diese Ansicht noch begünstigt (s. auch

Abb. 2). Es ist leicht verständlich, daß in dieser lockeren Spongiosastruktur die obere Kanalwand ganz oder Streckenweise verloren gehen kann. Dies gilt besonders für die Gegend, wo der Canalis mandibularis im Kieferwinkel in den horizontalen Teil des Unterkiefers übergeht. Bei flüchtiger Betrachtung kann man, wie schon gesagt, die untere Kanalwand für die obere halten, also muß sich der Kanal im Angulus mandibulae sehr rasch balsalwärts verlagert haben, wie es bei Frakturen im Angulus oft zu sehen ist. In einer Aufnahme läßt sich die obere Kanalwand ungefähr bis zum Angulus verfolgen, doch hier hört sie plötzlich auf und tritt überhaupt nicht mehr in Erscheinung.



Abb. 5

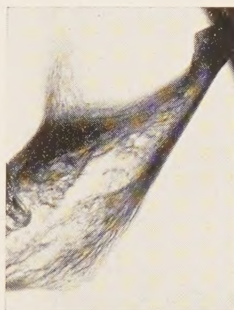


Abb. 7

Die untere Kanalwand läßt sich in ihrem ganzen Verlauf bis zum Foramen mentale gut erkennen. Die obere Grenze der basalen Compacta ist in diesem Röntgenbild leicht mit der unteren Kanalwand zu verwechseln. Das Foramen mentale ist meist scharf konturiert, doch kann man hin und wieder erkennen, daß die scharfe Kontur unterbrochen ist. Dies betrifft die obere Partie (apikalwärts) und wird durch den heraustretenden Kanalinhalt bedingt. Es kommt jedoch auch vor, daß das Foramen mentale nur als undeutliche Rarefikation erscheint; kommt es nun nahe an die Wurzelpitze eines Praemolaren zu liegen, so kann es einen apikalostitischen Herd vortäuschen. Über die Lagebeziehung des Foramen mentale zu den Alveolen der Praemolaren kann man sagen, daß es meist unter-

halb, ab und zu auch in gleicher Höhe mit den Wurzelspitzen liegt, in gleichem Verhältnis bald näher der Wurzelspitze des ersten, bald der des zweiten Praemolaren.

Angulus mandibulae.

Der rückwärtige Teil des Corpus mandibulae, dort, wo der Kieferkörper in den Ramus ascendens übergeht, — Angulus mandibulae – ist bedeutend dünner als der übrige Teil des Corpus; dementsprechend sind auch die Compactamassen nicht mehr so mächtig. Die Tuberositas masseterica läßt sich im Röntgenbild nicht differenzieren. Die Spongiosa des Angulus bildet zum Teil auch große Lakunen; doch im Gegensatz zu den Lakunen des Corpus von länglichem Typus. Von dem inneren nach dem äußeren Winkel zu etwas divergierend, zieht das Trajectorium radiatum. Hinter dem letzten Molaren gabelt sich die innere Vorderkante des aufsteigenden Astes und umschließt das sehr poröse Drigonum retromolare, das im Röntgenbild ziemlich transparent erscheint. Die äußere Vorderkante des Ramus geht am Kieferwinkel in die Linea obliqua des Kieferkörpers über. Abb. 7 zeigt Angulus und Ramus mandibulae im Röntgenbild. Die Spongiosa des Kieferwinkels bildet so große Lakunen, daß schon hier die Kanalwände oft unterbrochen und nur schwer in ihrem Verlauf zu verfolgen sind. Im Angulus und Ramus, weniger im Corpus, findet man parallel zu der Verlaufsrichtung des Canalis mandibularis ziehende Spongiosabälkchen. Das Trajectorium radiatum ist nur selten zu erkennen.

Ramus ascendens mandibulae.

Der aufsteigende Ast, Ramus ascendens mandibulae, setzt sich nach oben vorn in den Processus coronoideus und nach oben hinten in den Processus condyloideus mit Collum und Capitulum mandibulae fort. Das Röntgenbild läßt neben der trichterförmigen Rarefikation des Foramen mandibulare (Abb. 7) und der als verhältnismäßig transparentes Band erscheinenden Pars anterior des Ramus, verschiedene Trajectoriensysteme erkennen.

Außer dem schon erwähnten Trajectorium dentale gehen vom Capitulum noch zwei Trajectorien aus: Das Trajectorium posticum läuft an der rückwärtigen Ramuskante entlang und

endet im Kieferwinkel. Das Trajectorium basilare verläuft etwas weiter mesial davon und geht in die Basalcompacta des Kieferkörpers über. Vom Processus coronoideus zieht zunächst in der Kraftlinie des Musculus tempolaris fast senkrecht nach unten das Trajectorium praeceps. Das etwas schwächere Trajectorium transversum läuft vom Rabenschnabelfortsatz in leichtem Bogen nach dem Kieferwinkel zu. Zu diagnostischen Irrtümern kann es im Bereich des Ramus kommen, wenn der Ramus oder auch der Angulus mandibulae überlagert werden von dem Os hyoides, ein Ereignis, das bei extraoralen Aufnahmen gar nicht so selten ist. Erschwerend wirkt hierbei noch die Mannigfaltigkeit der Form und Größe des Zungenbeins. Die trichterförmige Rarefikation des Foramen mandibulare und zum Teil auch die Trajektorien läßt Abb. 7 erkennen.

Das Trajectorium transversum tritt wie das Trajectorium radiatum des Kieferwinkels selten deutlich in Erscheinung.

Die Zähne.

Dentin und Zement eines Zahnes lassen sich im Röntgenbild nicht voneinander unterscheiden. Der Schmelz ist als eine über die Krone gestülpte Kappe zu sehen, die sich nach dem Zahnhalse zu verjüngt. Die Pulpenräume der einzelnen Zähne sind sehr gut und deutlich zu erkennen. Die mesiale Wurzel unterer Molaren wird oft durch mehrere Konturen eingezeichnet, infolge der Unebenheiten der Wurzeloberfläche bzw. der Längsfurchen, welche die unvollkommene Teilung der Wurzel andeuten (s. Abb. 2 und 3). Ein diagnostischer Irrtum kann durch den Rest eines Folliculus dentis hervorgerufen werden, der an der Wurzelspitze eines noch nicht voll entwickelten Zahnes als kleiner Hof zu sehen ist. Bei genauerer Betrachtung (Lupe) wird man jedoch die scharf konturierten Wände des noch nicht geschlossenen Apexkanales feststellen. Besonders häufig findet sich diese Erscheinung an den Wurzelspitzen unter Molaren mit dem täuschenden Aussehen eines Granuloms. Von großer praktischer Bedeutung ist die Lagebeziehung der Zähne zum Mandibularkanal. Es kommen jedoch große Variationen vor; so können hin und wieder die Alveolen des dritten und seltener auch die des zweiten Molaren unmittelbar mit dem Lumen des Aanalis mandibularis kommunizieren, anderseits sind große Abstände zwischen Kanal und Alveolen zu finden. Am weitesten entfernt vom Canalis mandibularis sind

immer die Alveolen des ersten Molaren. Über die Lagebeziehung der Zähne zum Canalis mandibularis läßt sich, wie schon erwähnt, Allgemeingültiges nicht sagen, besonders nicht im Hinblick auf den letzten Molaren, da die Varietäten hierzu mannigfach sind. Das Röntgenbild muß von Fall zu Fall Aufschluß geben; jedoch ist das Röntgenbild nicht immer zuverlässig. Ist zwischen Alveole und Kanallumen noch Knochensubstanz, so ist eine Schädigung des Kanals und des Kanalinhalts bei irgend welchen Eingriffen nicht zu befürchten. Anders, wenn die Wurzeln in das Lumen des Kanals hineinzuragen scheinen, wie in Abb. 11 die Wurzelspitze eines


Abb. 11


Abb. 12


Abb. 13

dritten Molaren. Es gelang den Zahn in seiner Alveole etwas zu heben, und nun war die obere Kanalwand deutlich und nicht unterbrochen zu sehen (Abb. 12).

Der canalis mandibularis hat sich schon im Ramus und Angulus der bukkalen Corticalis angelegt, und so wurden die Wurzelspitzen in den auf gleicher Höhe verlaufenden Kanal hineinprojiziert. Den Verlauf des Kanals bukkal von den Wurzeln des Weisheitszahnes macht die anguloaxiale Aufnahme des zweiten und dritten Molaren ersichtlich. (Abb. 13.) Jedoch läßt sich diese Aufnahme nur am mazerierten Unterkiefer einwandfrei ausführen. Der in den Canalis mandibularis eingeführte Draht gibt dessen Verlaufsrichtung an.

In Abb. 14 trifft der Hauptstrahl etwas schräg von oben auf das Objekt; dadurch wurden Alveolen und Canalis mandibularis

des Falles Abb. 11 bis 13 getrennt auf den Film projiziert. Würde der Kanal lingual verlaufen, so müßte er in dieser Aufnahme von den Wurzelspitzen des dritten Molaren überlagert werden, so ist auch aus dieser Aufnahme der bukkale Verlauf des Kanals zu ersehen. An einem intakten Zahn muß der Schmelzmantel geschlossen über dem Dentinkern zu sehen sein. Jeder Defekt bedeutet eine Caries. Die Pulpenkammer muß entsprechend der Form des Zahnes umrandet und frei von zentralen oder wandständigen Dentineinschlüssen sein. Wenn die Insertionsstellen der Wurzeln an der Zahnkrone relativ weit voneinander entfernt sind, so ist der Cavumpulpaboden dünn; er wird über-



Abb. 14



Abb. 15

belichtet und imitiert eine Perforation. Fällt der Hauptstrahl etwas von unten ein, so werden die Wurzelansätze in das Pulpencavum hineinprojiziert und können zu diagnostischen Schwierigkeiten und Irrtümern Anlaß geben. (Abb. 15.) Ob die Pulpa lebt oder nicht, darüber gibt das Röntgenbild des eigentlichen Pulpenraumes keine Auskunft. Bei abgestorbenen Pulpen kann, muß aber nicht, der Periodontalspalt erweitert und die apikale Spongiosa verändert, d. h. strukturlos sein. Erweiterter Periodontalspalt und veränderte apikale Spongiosa lassen also die Annahme zu, daß die Pulpa nicht mehr lebt. Die unteren Molarenwurzeln weisen große Varietäten in der Form und Gestaltung auf. Ist die Strahlenrichtung vielleicht einmal nicht ganz präzise gewählt, d. h. wird das Objekt nicht vom Zentralstrahl getroffen, so können die Formvarietäten (Wurzelkrümmungen und Wurzelleisten) diagnostische Irrtümer oder jedenfalls diagnostische Schwierigkeiten verursachen.

Beherrschung der Röntgentechnik und richtige Bildanalyse werden vor diagnostischen Irrtümern bewahren.

Literaturangabe.

Adler, C., Beitrag zur röntgenologischen Untersuchung der Spongiosa des Unterkiefers.

Albers-Schönberg, Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, Erg. Bd. 25. Lucas, Gräfe und Sillem, Hamburg 1911.

Balters, W., Leitfaden der zahnärztlichen Röntgenkunde. Berlin 1925.

Braunschweiger, Die Bedeutung der Spongiosa des Unterkiefers für das Röntgenbild.

Ciescynski, A., Die Röntgenuntersuchung der Zähne und Kiefer aus H. Rieder und J. Rosenthal: Lehrbuch der Röntgenkunde.

Dieck, W., Anatomie und Pathologie der Zähne und Kiefer im Röntgenbild.

Faulhaber, B., und Neumann, R., Das Röntgenbild als diagnostisches Hilfsmittel. Berlin 1920.

Hirschberg, Zahnärztliche Rundschau. 1924, S. 443.

Hubmann, Zahnärztliche Rundschau 1923, S. 29/30.

Kantorowicz, A., Handwörterbuch der gesamten Zahnheilkunde. III. Bd. 1930.

Köhler, A., Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbild. Leipzig 1928.

Meyer, H., Röntgendiagnostik in der Chirurgie und ihren Grenzgebieten. Berlin 1927.

Münzesheimer, F., und Kuppenheim, H., Leitfaden der systematischen Röntgenuntersuchung in der Zahnheilkunde. Siemens-Reiniger-Veifa-Verlag. Berlin 1931.

Parma, C., Zahnärztliche Röntgendiagnostik. Urban & Schwarzenberg. Berlin und Wien.

Port und Euler, Lehrbuch der Zahnheilkunde. Bergmann-München 1929.

Port und Peckert, Über Röntgenphotographie in der Zahnheilkunde. Dtsche. Zahnheilkunde in Vorträgen. 1909, Heft 11.

Präger, Zahnärztliche Rundschau 1926, Heft 50.

Reinmöller und Borchard, Die zahnärztliche Röntgenologie. Leipzig 1914.

Robinsohn, J. und Spitzer, B., Zahnärztliche Röntgenologie, aus Scheff, Hdb. der Zahnhkd.

Schindler, J., Leitfaden der zahnärztlichen Röntgentechnik, Leipzig 1927.

Spanier, Zahnärztliche Rundschau 1924, S. 507.

Walkhoff, O., Der menschliche Unterkiefer im Lichte der Entwicklungsmechanik Scheff: Hdb. d. Zahnhkd.

—, Der Unterkiefer der Anthropomorphen und des Menschen. Scheff: Hdb. d. Zahnhkd.

Weski, Zahnärztliche Rundschau 1920, H. 25/26.

Wetzel, G., Lehrbuch der Anatomie für Zahnärzte, 1930.

Lebenslauf.

Am 2. August 1908 wurde ich Karl Abraham, als Sohn des Försters Johannes Abraham in Untergeis (Bez. Kassel) geboren. Von 1914—18 besuchte ich die Volksschule in Großentaft, wohin mein Vater inzwischen versetzt worden war. Die Sexta bis Obertertia absolvierte ich an der Städtischen Lateinschule zu Hünfeld, um Ostern 1923 an das Gymnasium zu Hersfeld überzugehen. Dort legte ich Ostern 1927 meine Reifeprüfung ab. Ich widmete mich dem Studium der Zahnheilkunde und verbrachte die ersten Semester bis zur Zahnärztlichen Vorprüfung an der Universität Marburg. Vom Wintersemester 1928 ab studierte ich in Göttingen, wo ich im Herbst vor. Js. mein Staatsexamen ablegte.